

## 日本全国を対象とした高解像度広域 RRI モデルにおける 河道断面形状推定式の提案と精度評価

### Estimation Method of River Cross Section Geometry for Nationwide High-Resolution RRI model

○山田真史・佐山敬洋

○Masafumi YAMADA and Takahiro SAYAMA

In this study, we propose a method to estimate the river cross-section geometry for high-resolution distributed hydrological models, focusing on the application to the small rivers whose cross-section geometries are not surveyed by river managers. Based on the river cross-section database of MLIT, we conducted the regression analysis of the bankfull cross-section area and other non-dimensional shape parameters with upstream basin areas at each surveyed cross-section. From the comparison of nationwide and regional results, we concluded that the analogical application of the Creager Formula, which is originally for the estimation of discharge and runoff, to the bankfull cross-section area can represent the regional differences with parameter stability.

#### 1. はじめに

近年の大規模な豪雨被害では、国が管理する主要一級河川のみならず、都道府県など地方自治体が管理する中小河川群においても氾濫が広域かつ同時多発的に発生している。規模が様々な河川群において面的に発生しうる災害を適切に予見するためには、流域全体・地方全体などの広域で河川ネットワーク上での流出氾濫現象を面的かつ網羅的に解析する高解像度広域分布型流出氾濫モデルの活用が望まれる。

筆者らは、降雨流出氾濫一体解析モデルである Rainfall-Runoff- Inundation Model (RRI)を日本全域に5秒角解像度で適用した JRRI モデルを整備し、その精度について検証を進めてきた。その際、流域全体で流出氾濫現象を捉えるためには、中小河川を含めた河道網全体で適切に河道断面形状を反映することが重要であるが、国管理の主要な大河川を除いて断面測量データは十分に整備されておらず、河道断面形状の適切な推定手法は未だ検討を要する課題である。分布型水文モデルを用いた既往の研究においては、形状を矩形に近似し、流域面積に基づいて深さと幅をそれぞれ冪乗則で推定する方法が一般的であるが、広域的な適用可能性や精度の検証は未だ十分でない。

そこで本研究では、国土交通省より提供を受けた一級河川国管理区間の断面測量データベースを用い、日本全域および各地域における河道断面形状の推定式の検討を行う。

#### 2. 手法

##### (1) 河道断面の河道ネットワーク上への配置

本研究では、一級河川国管理区間の断面測量データベースに含まれる全国101一級水系346河川の構造物断面を除く計65798断面のうち、重複等を除外した上で JRRI モデルの河道ネットワーク上に投影・位置補正を行った計26032断面を検討対象とした。この際、各断面が直接投影された JRRI モデル上のセルの流域面積を、その断面の流域面積  $A$  [ $\text{km}^2$ ]とした。

##### (2) 河道断面の特徴変数の算出

前節で JRRI モデル上に配置した26032断面について、左右岸の低い方の距離杭もしくは堤防最高点に合わせた河岸満杯水面を想定し、河川水が占める面積である河積  $S$  [ $\text{m}^2$ ]、水面から河床最低点までの深さ  $D$  [ $\text{m}$ ]、水面の幅  $W$  [ $\text{m}$ ]を、堤内地地盤高が明らかな断面については堤防高さ  $H$  [ $\text{m}$ ]をそれぞれ求めた。また、断面形状の特徴を示す無次元数として、川幅水深比  $W/D$  [-]、堤防比  $H/D$  [-]をそれぞれ算出した。

##### (3) 河道区間の定義と区間代表値の選択

合流点間の間隔が長い河道においては、似通った流域面積  $A$  の断面が多く測量されていることから、JRRI モデル上に配置した26032断面すべてを回帰分析に用いると、サンプルの流域面積  $A$  の分布が偏るおそれがある。本研究では全断面での検討に加えて、河川の合流点から次の合流点までを1つの河道区間として定義し、各河道区間の代表

値を各変数について求めることで、河道区間の代表値に基づく検討も実施する。この際、流域面積  $A$  は外れ値が生じづらいため区間平均値を、その他変数については外れ値の影響を抑えるために区間中央値を、それぞれ区間代表値とした。

#### (4) 候補式形に基づく回帰分析

流域面積に基づき各特徴変数の回帰分析を実施するにあたり、以下の式形を想定した。

- a) 冪乗式  $X = aA^b$ , パラメタ  $a, b$
- b) 線形式  $X = aA + b$ , パラメタ  $a, b$
- c) クリーガー式  $X = CA^{\exp(A, -0.05)}$ , パラメタ  $C$

なお、クリーガー式は河積  $S$  の検討にのみ用い、一般に用いられる流出高形式のものに流域面積  $A$  を乗じた形状とした。推定値の安定性への影響を鑑み、よりパラメタ数を増やした式形については本研究では検討の対象外とした。

### 3. 結果と考察

全国での河積  $S$  の分布と各推定式の曲線を図-1に、推定されたパラメタと誤差指標・モデル選択指標を表-1に示す。これらから、線形式は誤差指標・モデル選択指標ともに値が悪く、特に流域面積  $A$  が小さい領域において河積  $S$  を過大評価する恐れがあることが分かる。一方で冪乗式とクリーガー式については、誤差指標・モデル選択指標は双方で大きく変わらず、特にクリーガー式では流域面積  $A$  が小さい領域での河積  $S$  の過大推定傾向も生じていないことから、双方とも全国スケールでは適用可能性があると考えられる。

一方で、北海道から九州までを12地域に分割し、各地域の区間代表値について冪乗式とクリーガー式のそれぞれで推定式を回帰した結果を図-2に示す。各地域のパラメタ等は省略するが、冪乗式を適用した場合、地方によっては推定式の直線が大きく乱れ、流域面積  $A$  が小さい領域で河積の過大・過小推定の傾向がある地域も見られる。一方でクリーガー式では推定式の形状は安定的であり、河積  $S$  の過大・過小推定の傾向は生じていない。これは冪乗式とクリーガー式のパラメタ数の違いによる安定性の違いであり、回帰に用いることができる断面数が十分でない恐れがある国外を含めた地域への適用を念頭に置いた場合、より安定なクリーガー式を用いた河積  $S$  の推定が望ましいと考えられる。

発表においては、河積  $S$  以外の特徴変数についての推定式の検討結果も紹介する。

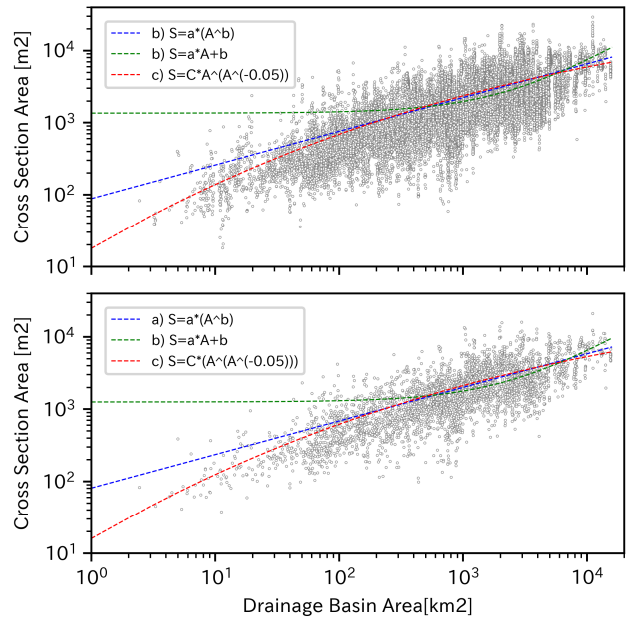


図-1 河積  $S$  全国推定. 上: 全断面, 下: 区間代表

表-1 河積  $S$  全国推定: パラメタおよび指標

式形	推定パラメタ			誤差指標		選択指標	
	a	b	C	RMSE	CC	$\Delta AIC$	
全断面	a)冪乗式	87.52	0.47		1560.5	0.674	0.0
	b)線形式	0.61	1351.9		1662.0	0.617	3194.1
	c)Creager			17.67	1562.3	0.674	54.1
区間代表	a)冪乗式	80.42	0.46		1435.0	0.673	0.0
	b)線形式	0.52	1253.2		1523.4	0.619	485.6
	c)Creager			15.87	1438.9	0.672	20.1

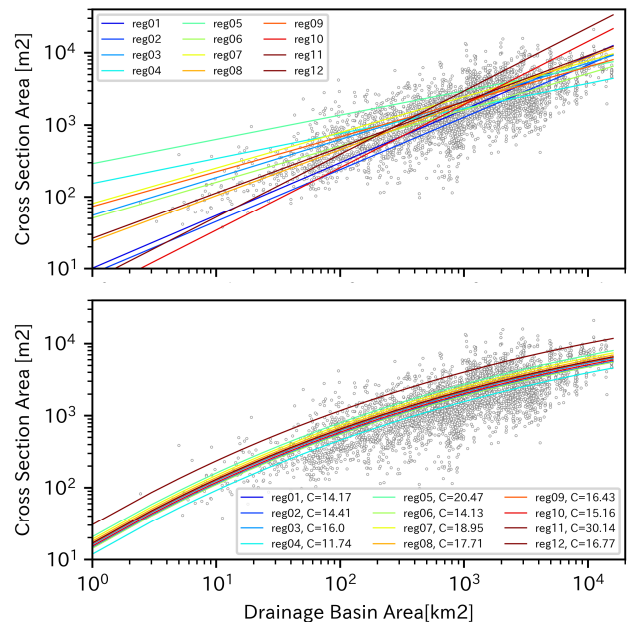


図-2 河積  $S$  の地域別推定, 区間代表値

上: 冪乗式, 下: クリーガー式  
 地域番号: 1.北海道北東, 2.北海道北西, 3.北海道南西,  
 4.東北, 5.関東, 6.北陸東部, 7.北陸西部, 8.東海,  
 9.近畿, 10.中国, 11.四国, 12.九州